This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A668r

Digitized by Google

Baron Felix Thümen

Digitized by Google

A Monsieur le Prof. B. Fr. Von Thümen
hommage de J. Arcangeli

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
(ANNO CCLXXXVI 1889)

RICERCHE SULLA FOSFORESCENZA DEL *PLEUROTUS OLEARIUS* DC.

MEMORIA

DEL SOCIO

GIOVANNI ARCANGELI

ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI
1889

Digitized by Google

A668r

Serie 4ª — *Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.*
Vol. VI. — *Seduta del 28 aprile 1889.*

Digitized by Google

In seguito a quanto già esposi sopra quest'argomento in una breve nota pubblicata nel Rendiconti di questa stessa Accademia (vol. IV, fasc. 11, 2° sem.), mi propongo adesso di esporre per esteso in questa seconda comunicazione le ricerche da me istituite sopra tale soggetto, ciò che non potei fare in quel mio scritto, aggiungendo pure i risultati di alcune osservazioni fatte posteriormente.

La fosforescenza del *Pleurotus olearius* DC., già osservata per la prima volta dal Battarra (1), ha più e più volte attirato l'attenzione dei botanici. A. P. De Candolle (2) ritenne che tale fosforescenza fosse dovuta alla decomposizione del fungo e molto contribuì ad accreditare e diffondere una tale opinione, che venne pure accettata dallo Sprengel (3) dal Larber (4) e da Meyen (5). A. De Candolle (6) sospettò che la fosforescenza potesse esser connessa col colore del fungo, fondandosi sul fatto che la figlia di Linneo vide dei bagliori intermittenti simili a piccoli lampi svilupparsi alla fine di un giorno caldo dai fiori di *Tropaeolum*, di *Sonchus*, di *Tagetes* e di *Lilium bulbiferum* che son tutti di color arancio. Fu però in seguito ai lavori del Delile, e principalmente a quelli del Tulasne e del Fabre che si acquistarono cognizioni più esatte sopra un fenomeno così singolare. Il Delile (7) infatti stabilì che il fungo, invece di emettere luce quando si decomponeva, era fosforescente solo durante la maggiore attività della sua vegetazione; che la fosforescenza è inerente allo imenio; che il fungo non è luminoso di giorno anche se portato in luogo perfettamente oscuro, e che gli sporidî non sono fosforescenti che fino a quando sono uniti al tessuto dell'imenio. Il Tulasne successivamente (8) ebbe luogo di riconoscere, che la fosforescenza del fungo dell'olivo spetta realmente a lui stesso e non ad una produzione estranea; che la fosforescenza dell'imenio comincia appena questa regione ha preso uno sviluppo apprezzabile e sembra limitata al tempo in cui le lamelle conservano il loro colore giallo dorato, sebbene

(1) Battarra, *Fungorum Agr. Ariminensis historia*, pag. 40.

(2) De Candolle A. P., *Flore franc.* VI, 45.

(3) Sprengel K., *Systema vegetabilium*, VI, 457.

(4) Larber G., *Sui funghi. Saggio generale.* I-II, p. 209. Bassano 1829.

(5) Meyen Fr. I. N., *Syst. der Physiol.* II, 194. Berlin 1838.

(6) De Candolle A., *Introduction à l'étude de la Botanique.* Paris 1835, p. 420.

(7) Raffeneau-Delile, *Description de l'Agaric de l'olivier* (*Ag. olearius* DC.) *et examen de la phosphorescence.* Guillemin, Arch. bot. II, 1833, p. 519-527. — *Nouvel examen de la phosphorescence de l'Ag. de l'olivier.* Montepellier, 1837.

(8) Tulasne L. R., *De la phosphorescence spontanée de l'Agaricus olearius*, DC. *du Rhizomorpha subterranea* . . . . . Ann. des sc. nat. ser. 3ª, vol. IX, 1868, p. 338.

Digitized by Google

possano perderla anche avanti d'incominciare ad imbrunire; che la fosforescenza non appartiene eclusivamente alla superficie imeniale, come lo riteneva Delile, ma che tutta la sostanza del fungo partecipa frequentemente, se non sempre, alla fosforescenza; che il fungo anche giovanissimo emana una luce assai viva, e rimane dotato di questa facoltà fino a che esso cresce, od almeno fino a che sembra conservare una vita attiva. Aggiunge altresì di aver osservato un gran numero di funghi giovani molto fosforescenti nelle loro lamelle e che non lo erano nello stipite, e che i funghi più avanzati in età, nei quali le lamelle più non risplendevano, mostravano lo stipite fosforescente. Riporta che allorquando lo stipite è fosforescente alla superficie, non lo è necessamente nella sua sostanza interna, ma questa lo diviene dopo aver subìto il contatto dell'aria; che però se il contatto dell'aria è necessario in certi casi per lo sviluppo della fosforescenza, il prolungarsi di questo contatto l'altera più o meno sollecitamente, e che le particelle che comprimeva fra le dita perdevano sollecitamente la fosforescenza. Egli ha pure sperimentato, che l'immersione nell'acqua non modifica da primo la fosforescenza, ma i funghi l'avevano perduta la sera successiva all'immersione, e che l'alcool non estingue d'un tratto la fosforescenza, ma la indebolisce prontamente. Quanto poi alla asserzione del Delile, che il fungo dell'olivo non risplenda durante il giorno, riferisce di aver osservata la fosforescenza verso il tramonto del sole, adducendo che Schmitz assicura, aver veduto le *Rhizomorpha* risplendere tanto di giorno che di notte, ma ch'egli non ha potuto ottenere un resultato simile.

Il Fabre [1], in seguito ad una lunga serie di accurate ricerche, ha molto esteso le cognizioni che si avevano sopra quest'argomento. Egli asserisce di non avere potuto osservare il chiarore fosforico altro che sulle lamelle, senza per altro infirmare le osservazioni del Tulasne, che asserisce averlo pure osservato nello stipite, e sostiene che l'agarico dell'olivo è fosforescente tanto nel giorno che nella notte, facendo avvertire come il Delile, nello asserire il contrario, non abbia tenuto conto della grande differenza nella sensibilità del nostro occhio, alla piena luce del giorno e nell'oscurità di un sotterraneo; di maniera che la fosforescenza del fungo non può essere avvertita dal nostro occhio, altro che quando la sua sensibilità sia resa più squisita, per opera di una permanenza assai lunga nell'oscurità. Dimostra inoltre che l'esposizione alla luce solare è senza influenza sensibile sulla fosforescenza dell'agarico; che lo stato igrometrico dell'aria non v'influisce affatto; che il calore entro certi limiti non la modifica, ma che però essa si estingue alla temperatura di 3°-4° C, per ristabilirsi quando la temperatura aumenti di qualche grado, raggiungendo il massimo splendore verso 8°-10° C, ed estinguendosi a 50° C; che la fosforescenza è la stessa nell'acqua aerata come all'aria libera, ma dopo una diecina d'ore si estingue, mentre nell'acqua privata d'aria con l'ebullizione rapidamente decresce a vista d'occhio e si estingue, per ristabilirsi sollecitamente quando il fungo si tolga dall'acqua, e ciò per più volte di seguito. Aggiunge pure che la fosforescenza si estingue nel vuoto, come pure nell'idrogeno, nell'acido carbonico e nel cloro, con la differenza che nei primi anche dopo più ore la fosforescenza si riattiva, però dopo 6 ore nell'acido carbonico assai indebolita,

(1) Fabre M., *Recherches sur la cause de la phosphorescence de l'Agaric de l'olivier.* Ann. des Sc. Nat. 4e sér., t. IV, p. 179.

Digitized by Google

mentre nell'ultimo bastano pochi istanti d'immersione per distruggerla irreparabilmente; che nell'ossigeno la fosforescenza non si rende più vivace, e dopo 36 ore di permanenza in questo gaz, il fungo emette una luce molto indebolita; che allorquando il fungo è fosforescente espira una quantità di CO^2 maggiore che allorquando esso è oscuro; che l'agarico fosforescente non produce un inalzamento di temperatura apprezzabile col termometro. Conclude finalmente col ritenere, in seguito alle sue esperienze, che la fosforescenza del fungo riconosca per causa un'ossidazione più energica durante il periodo luminoso, e che debba affatto abbandonarsi l'idea essere essa fosforescenza analoga a quella che la luce, il calore e l'elettricità possono sviluppare nei corpi bruti. Altre ricerche sono state pure eseguite ultimamente dall'egregio sig. U. Martelli in compagnia del prof. F. Cecchi (1), le quali per la maggior parte concordano con quelle del Tulasne e del Fabre.

Relativamente alla sede della fosforescenza del *Pleurotus olearius*, in una delle ultime adunanze della Società botanica italiana (14 ott. u. s.), asserii di aver riscontrato parecchi anni fa, cioè nel 1866, la fosforescenza solo nelle lamelle ed in pieno giorno: però gli studî fatti ultimamente mi conducono ad ammettere quanto fu asserito da Tulasne, che cioè essa si presenti d'ordinario sulle lamelle, ma che pure vi partecipino le altre parti del ricettacolo, quali lo stipite, la pagina superiore del cappello ed il tessuto interno. La fosforescenza che ho potuto riscontrare nelle altre parti del ricettacolo, talora era uguale a quella delle lamelle, ma spesso però assai minore, tanto da non potersi così facilmente avvertire. Ho potuto inoltre riscontrare sovente un manifesto ma debole chiarore fosforico, nella superficie dello stipite, sulla pagina superiore del cappello e sulle superfici di sezione, principalmente negl'individui che avevano soggiornato per qualche tempo nell'acqua. In una sezione effettuata in direzione trasversale alle lamelle, in un ricettacolo ben fosforescente, osservata colla lente, lo strato imeniale era la parte che appariva più luminosa. Nelle spore mature, raccolte sopra un pezzo di carta, non ho potuto mai riscontrare indizio alcuno di fosforescenza.

Luce assai viva ho potuto pure osservare nell'imenio dei funghi molto giovani: la fosforescenza però mi si è presentata maggiore allorquando il fungo aveva raggiunto un grado assai elevato di sviluppo, si è continuata fino a che il fungo aveva completamente svolto il suo cappello, e successivamente è andata decrescendo, ed ha cessato col deperimento del fungo più o meno lentamente. In alcuni funghi raccolti il 16 ottobre u. s., la fosforescenza si mantenne con intensità quasi uguale per due o tre giorni, dopo dei quali andò gradatamente decrescendo, fino al 22 dello stesso mese. Il massimo d'intensità luminosa mi avvenne riscontrarlo in alcuni funghi, ch'erano nel pieno della energia vegetativa e col margine del cappello tuttora involuto. Impiegando uno di questi funghi, nella oscurità della notte in luogo chiuso, ho potuto riscontrare che la sua luce era abbastanza percettibile ponendosi alla distanza di 11^m. Avvicinando poi due di questi funghi ad un orologio, si poteva vedere assai bene la mostra con le ore, ed aiutandosi con una lente biconvessa si poteva leggere l'ora segnata dalle lancette.

Le ricerche istituite allo scopo di riconoscere se la fosforescenza del nostro fungo fosse dovuta a precedente insolazione, come avviene per molte sostanze, quali i solfuri

(1) Vedi Nuovo giornale botanico italiano, vol. XXI, n. 1, p. 114.

Digitized by Google

alcalino-terrosi, il diamante ecc., hanno tutte risposto negativamente. Tutti gli esemplari da me esaminati, che sono in buon numero, si sono mostrati luminosi, tanto se esposti per qualche tempo alla luce del sole, come pure se conservati all'oscuro, entro un vascolo da erborazione in una camera oscura. Se un fungo si taglia in più pezzi, questi conservano a lungo la loro fosforescenza, cioè fino a che si conservano adatte le condizioni di energia vitale, come in un fungo che non abbia subìto lesione alcuna. Anche frammenti molti piccoli hanno la facoltà di conservare a lungo la fosforescenza; ma questa però si estingue comprimendo fortemente fra le dita questi frammenti, e meglio ancora schiacciandoli e pestandoli: ciò chè appunto dimostra, come la fosforescenza sia strettamente collegata alle funzioni vitali della pianta, che si compiono nel protoplasma.

Fino dal novembre 1866, come ho sopra accennato, ebbi occasione di raccogliere a S. Giuliano presso Pisa negli oliveti il *Pleurotus olearius*, e di osservare in esso la fosforescenza in pieno giorno. Ben mi ricordo infatti che, avendo chiuse le imposte della finestra nella stanza a me concessa nel Gabinetto botanico, in modo da pormi all'oscuro, dopo alcuni minuti potei osservare la fosforescenza in tutta la sua intensità. Ultimamente poi ho potuto ripetere questo esperimento più volte sopra numerosi esemplari, e sempre col medesimo resultato, pure in compagnia di varie persone. Naturalmente, se si vuole osservare la fosforescenza di giorno, è necessario collocarsi in un ambiente allo scuro, ed attendere qualche tempo, onde la sensibilità del nostro occhio, mal ridotta dalla viva luce del giorno, possa ristabilirsi. Il tempo che si richiede, affinchè la retina possa riacquistare la sensibilità necessaria a percepire la fosforescenza del fungo, varia secondo l'intensità della luce, cui si trovò precedentemente esposta, secondo l'intensità della fosforescenza e secondo altre circostanze. Sovente per me sono stati necessarî 5′, talora pure soli 3′, e talora fino a 10′ di permanenza nell'oscurità, prima di poter osservare il primo sentore della fosforescenza, ed un tempo ancor più lungo per poterla apprezzare in tutta la sua intensità.

Come è ben noto, la fosforescenza è stata riscontrata, oltrechè nei funghi di organizzazione più elevata, pure in organismi di struttura molto più semplice, quali sono appunto le Batteriacee. Troviamo infatti un micrococco fosforescente, il *Micrococcus Pflüggeri* Ludw. (1), e più recentemente ancora il *Bacillus phosphorescens* Fish. (2), ch'è capace di comunicare una fosforescenza biancastra ai pesci morti ed altre sostanze organiche animali. In questo secondo microrganismo, che mi è stato favorito vivente coltivato nella gelatina di Koch dal prof. De Giaxa, ho potuto riscontrare una fosforescenza dello stesso tuono di luce, ma più intensa di quella del *Pleurotus olearius*. Ho creduto quindi necessario d'istituire qualche ricerca, onde decidere se questo microrganismo, o qualche altro, avesse parte nella fosforescenza del *Pleurotus*, o ne fosse realmente la causa. Avrei molto desiderato a tale oggetto di tentare culture in gelatina peptonizzata, o in altro mezzo adattato con frammenti di *Pleurotus*, per vedere se si potesse ottenere lo sviluppo di qualche batteriacea fosforescente, ma la mancanza di

(1) Ludwig F., *Micrococcus Pflügeri* Ludw., *ein neuer photogener Pilz.* Hedwigia 1884, n. 3. Vedasi pure Nüesch J., *Ueber leuchtende Bakterien.* Bot. Cent. XXVII, 1886, p. 161.

(2) Fischer Dr., *Ueber einen lichtentwikelnden, in Meerwasser gefundenen Spaltpilze.* Zeitschrift für Hygiene, II Band, 1 Heft. Vedi pure I Bd., 423.

Digitized by Google

mezzi adattati non mi ha concesso per ora di effettuare tal genere di ricerche. Ho peraltro effettuato delle sezioni del ricettacolo del nostro fungo, che ho colorato con violetto di genziana e violetto di metile, sostanze che avrebbero dovuto render meglio visibili le batteriacee, che per avventura si trovassero nei tessuti del fungo. Tutte quante le indagini effettuate sopra fettoline in tal modo colorate, hanno dato resultati negativi: onde, tenendo pur conto del fatto che la fosforescenza del nostro fungo si mostra intimamente connessa al suo ciclo di evoluzione, ritengo ch'essa appartenga al protoplasma del fungo stesso, e debba considerarsi come dipendente da qualche funzione fisiologica che in esso si compie.

L'azione del calore sulla fosforescenza del nostro fungo è pure interessante.

Come già dimostrò il Fabre, allorquando si oltrepassino certi limiti, il calore modifica la fosforescenza, e può anche annullarla. Alcuni funghi posti in un recipiente circondato da ghiaccio in fusione, e quindi mantenuto alla temperatura di 0° C., al termine di 12′ avevano perduto gran parte della loro fosforescenza, dopo circa mezz'ora l'avevano perduta quasi affatto, e nel periodo di 1 ora del tutto. Dopo 5 ore di permanenza di questi funghi nello ambiente a 0° gradi, estratti da questo e riportati alla temperatura ordinaria a 14° C. circa, hanno ripreso la fosforescenza con l'intensità di prima, nel decorso di pochi minuti. In altri funghi raffreddati a 0°, la fosforescenza ha cominciato a ricomparire a circa 4° C., ed ha raggiunto il suo massimo circa 8° a 10° C. Il riscaldamento a circa 40° C. a secco ha dato luogo ad indebolimento della fosforescenza, che però si è conservata per un tempo assai lungo. L'immersione in acqua a 40° C. determina la scomparsa della fosforescenza, che però si ristabilisce dopo l'estrazione dell'acqua. All'incontro l'immersione in acqua a 50° C. determina la scomparsa della fosforescenza quasi immediatamente. Il riscaldamento nell'aria a secco, operato entro una stufa, ha dato resultati notevolmente diversi. Un fungo introdotto nella stufa riscaldata a 50° C. ha perduto la fosforescenza in un quarto d'ora, ed estratto dalla stufa l'ha in parte ripresa dopo qualche tempo. Altro fungo immerso nella stufa a 62° ha perduto la fosforescenza in circa 11′, e questo pure dopo l'estrazione l'ha in parte ripresa. Un terzo fungo introdotto nella stufa ad 80° ha perduto la fosforescenza dopo 6′-7′, ed estratto dalla stufa l'ha ripresa molto debolmente. Un quarto fungo introdotto nella stufa a circa 90° C. ha perduto la fosforescenza in 6′, ma estratto dalla stufa successivamente non l'ha più ripresa. Manifestamente l'azione del calore asciutto resulta assai meno dannosa, probabilmente per la ragione che, mentre una parte di quel calore si rende latente per opera della traspirazione, il protoplasma perdendo parte della sua acqua, si rende più adatto a tollerare l'azione del riscaldamento.

L'immersione nell'acqua mi ha fornito resultati alquanto differenti da quelli ottenuti da Tulasne e da Fabre.

Un primo esperimento fu fatto con due funghi connati per la parte inferiore dello stipite, ch'era per la maggior parte della sua estensione vivamente fosforescente. Questi due funghi furono immersi in un piccolo cilindro di vetro, contenente circa 340 cc. d'acqua, alle ore 1 e 20′ del 25 ottobre: alle ore 7 di sera, cioè circa 5 ore e 40′ dopo l'immersione, la fosforescenza che si era continuata assai lungamente era estinta: però, estratto il fungo dall'acqua, la fosforescenza riprendeva con vivacità maggiore di quella che il fungo aveva prima dell'immersione, e ciò nel tempo di pochi secondi.

Digitized by Google

Tornando allora ad immergere nuovamente il fungo nell'acqua, si osservava che gli stipiti perdevano dopo breve tempo la fosforescenza, ed estratti di nuovo la riacquistavano con vivacità maggiore di quella che avevano avanti la prima immersione, e ciò per più volte di seguito. Gli stessi fenomeni potei osservare pure nei giorni successivi 26, 27 e 28, con decrescenza però nell'intensità della fosforescenza fino alla mattina del 29, nella quale gli stipiti estratti dall'acqua riacquistavano una fosforescenza debolissima. Il dì 27 potei pure osservare che la fosforescenza si ristabiliva con discreta intensità nel breve tempo di 3″, e si riestingueva coll'immersione nel tempo di circa 30″. Ad eliminare poi il dubbio, che il ravvivarsi della fosforescenza dopo l'immersione, fosse dovuto a condizioni subiettive dipendenti dalla retina, ho ripetuto più volte l'esperimento dividendo un fungo secondo l'asse in due metà, delle quali una veniva immersa nell'acqua, e l'altra lasciata nell'aria come termine di confronto. In tutti questi casi, al momento in cui si estraeva dall'acqua la parte immersa, si osservava com'essa riprendeva sollecitamente la fosforescenza, che raggiungeva una intensità maggiore di quella dell'altra parte rimasta in contatto dell'aria, e ciò anche se l'immersione aveva durato per un tempo assai limitato. Variando pure l'esperimento con l'immergere un fungo solo per metà, in modo che una parte restasse immersa nell'acqua e l'altra nell'aria, allorquando si estraeva dall'acqua la parte immersa, la fosforescenza in essa si riattivava con tale vivacità, da resultare manifestissima la differenza fra le due parti. Aggiungasi pure che in funghi, nei quali la fosforescenza erasi alquanto indebolita sotto l'influenza del disseccamento, l'immersione per qualche tempo ne determinava un manifesto ravvivamento. In altro esperimento, alcuni funghi, nei quali la fosforescenza erasi alquanto indebolita, e che si erano assai prosciugati furono immersi nell'acqua per pochi minuti primi. Estratti dall'acqua, essi ripresero la fosforescenza con maggiore intensità. Uno di questi funghi immerso nell'acqua, nel decorso di circa mezz'ora aveva perduto quasi affatto la fosforescenza. Se allora si faceva ruotare leggermente il vaso sul proprio asse, in modo da far muovere il liquido che bagnava l'imenio, si osservava immediatamente rimanifestarsi la fosforescenza, e riapparire la faccia imeniale in forma di disco raggiato luminoso. Mantenendo allora il vaso in riposo, la fosforescenza si estingueva di nuovo nel tempo di 4′ a 5′ minuti. Rinnuovando la rotazione del vaso la fosforescenza si rinnuovava, e di nuovo si estingueva dopo 4′ o 5′ minuti restando il vaso in riposo, e così tali fenomeni potevano ripetersi per più volte di seguito. Impiegando acqua deaerata per mezzo dell'ebullizione, la fosforescenza si estingueva molto più presto, e dopo la rotazione del vaso riappariva assai più debole e spariva nel breve tempo di 40″ a 50″ minuti. In altro esperimento con acqua deaerata la fosforescenza scomparve dopo 9′, ed estratto il fungo dall'acqua dopo 5 ore d'immersione, la fosforescenza riprese con maggiore attività, come negli altri esperimenti sopra riportati.

Il fatto sorprendente e sino ad ora non avvertito del ravvivarsi la fosforescenza coll'immersione nell'acqua, e del suo ristabilirsi con maggiore energia della primitiva, ritengo possa dipendere da varie cause. L'una di queste si è, che le lamelle imeniali, come pure gli altri tessuti fosforescenti, venendo a poco a poco bagnati dall'acqua che si sostituisce all'aria interposta alle ife, si rendono più adatte a trasmettere la luce che emana dalle ife stesse, la quale attraversando mezzi di densità poco differenti,

Digitized by Google

giunge in maggior quantità al nostro occhio. Altra causa sussiste nel fatto, che nei funghi alquanto prosciugati, l'eliminazione dell'acqua ho rallentato le funzioni vitali del protoplasma, e con questa la fosforescenza; funzioni che naturalmente si attivano, quando si restituisca l'acqua al protoplasma. Un'altra causa poi, in alto grado efficace, ritengo sussista nel fatto che i materiali determinanti la fosforescenza, accumulandosi in maggior quantità nel periodo della immersione, allorquando questa è cessata e tolta la condizione di asfissia, danno luogo ad una combustione più attiva e ad una fosforescenza maggiore.

Altri esperimenti sono stati fatti immergendo il fungo dell'olivo in varî gaz, quali l'anidride carbonica, l'ossido di carbonio, l'ossidulo d'azoto, l'idrogeno solforato, l'idrogeno, l'azoto e l'ossigeno.

Un primo esperimento è stato fatto raccogliendo l'idrogeno che si sviluppava dell'azione dello zinco sull'acido cloridrico allungato, dopo averlo opportunamente lavato, in una campanetta di vetro con la bocca rivolta in basso, mediante un tubo di vetro che giungeva fino alla parte superiore della campanetta. Con tale disposizione il tubo adduttore, guidando l'idrogeno nella parte superiore della campanetta, ne spostava l'aria, e la campanetta si empiva d'idrogeno, in conseguenza della densità di questo gaz tanto minore di quella dell'aria. Allorquando l'apparecchio aveva funzionato per qualche tempo, e si era certi che la campanetta era ripiena d'idrogeno, s'introduceva nella campanetta un funghetto ben fosforescente, per mezzo di un filo metallico, all'estremità del quale era stato fissato, operando in modo da spingerlo nella parte superiore della campanetta, ove l'idrogeno doveva trovarsi allo stato di purezza. Effettuata l'immersione si osservava che la fosforescenza s'indeboliva e si estingueva dopo varî secondi, e se allora si estraeva il fungo per riportarlo in contatto dell'aria, la fosforescenza immediatamente si riattivava con vivacità maggiore di prima. Questo esperimento è stato ripetuto più volte di seguito, sempre con lo stesso risultato.

Altro esperimento simile è stato tentato con l'anidride carbonica, ottenuta facendo reagire l'acido cloroidrico sul marmo, od opportunamente lavata. L'anidride carbonica che si sviluppava, veniva guidata da un tubo adduttore nel fondo di una campanetta di vetro, che aveva la sua bocca rivolta in alto, in modo ch'essa come più densa, spostava l'aria della campanetta di basso in alto, fino a riempirla completamente. Quando si aveva la certezza che la campanetta fosse ripiena d'anidride carbonica, vi si calava un funghetto ben fosforescente, in modo da farlo giungere al fondo della campanetta. Effettuata così l'immersione, si osservava che il fungo in pochi secondi perdeva la sua fosforescenza, come nell'esperimento con l'idrogeno. Se poi si estraeva il fungo dalla campanetta, per riporlo in contatto dell'aria, si vedeva immediatamente ricomparire la fosforescenza, e spesso con maggiore intensità di quella primitiva. Questo esperimento è stato pure ripetuto più volte sempre con gli stessi risultati. Se l'immersione nell'anidride carbonica veniva prolungata fino ad un quarto d'ora, ed anche un po' più, non ne derivava alcun danno, e la fosforescenza si ristabiliva come nei casi precedenti.

In seguito a ciò ho voluto cambiare le condizioni dell'esperimento, raccogliendo i gaz in bocce a tappo smerigliato, nelle quali introduceva alcuni funghi ben fosforescenti.

Digitized by Google

In alcune bocce della capacità di circa 450 cc., piene di anidride carbonica pura (CO_2), furono immersi alcuni funghi fosforescenti alle 11 ant. del 25 ottobre u. s., ed altro fungo presso a poco di egual intensità luminosa fu lasciato, come termine di confronto, nell'aria. Dopo alcuni minuti primi dal momento dell'immersione, i funghi immersi perdettero la loro fosforescenza. Alle 1 e 30′ pm., cioè dopo circa 2 ore e $^1/_2$ di permanenza nell'anidride, uno dei funghi estratto dalla boccia ha ripreso sollecitamente la fosforescenza con attività maggiore di prima. Alle ore 5 di sera altro fungo fu estratto dalla anidride carbonica, e questo pure, dopo 6 ore di permanenza in detto gaz, riprese la fosforescenza sollecitamente e con maggior energia di prima. Alle ore 7 di sera esso era in piena fosforescenza, ed alle 8 ant. del giorno appresso si conservava il più luminoso di tutti. Altro fungo fu estratto da una delle dette bocce dopo 14 ore di permanenza nell'anidride carbonica, e questo pure riprese la fosforescenza un po' più lentamente, ma per lo meno con l'intensità che aveva prima nell'immersione. Un quarto fungo estratto dalla boccia alle 11 ant. del dì 26, cioè dopo 24 ore d'immersione, ha ripreso la fosforescenza debolmente ma manifestamente. In un ultimo esperimento poi preparato il 29, introducendo ad ore 7 di sera varî funghi in bocce contenenti anidride carbonica, la mattina del 31 ad ore 7 ant., cioè dopo trentasei ore di permanenza in quel gaz, hanno tutti ripreso la fosforescenza, più debole che da principio, ma quasi allo stesso grado di altri lasciati fuori come termine di confronto.

In altro esperimento alla anidride carbonica fu sostituito l'ossido di carbonio (CO), preparato facendo agire l'acido solforico concentrato sull'acido ossalico, depurandolo come ben s'intende dall'anidride insieme alla quale si sviluppa. Il gaz fu raccolto in bocce della capacità di circa 450 cc., ed in ciascuna furono introdotti alcuni funghi ben fosforescenti alle 3 pom. del 26 ottobre. Uno di questi funghi fu estratto dall'ossido di carbonio alle 9 pom. dello stesso giorno, cioè dopo 6 ore d'immersione. Esso riprese la fosforescenza con molta attività, quantunque fosse uno di quelli che erano stati antecedentemente per 6 ore nell'anidride carbonica. Altro fungo estratto dall'ossido di carbonio alle 9 ant. del giorno successivo, cioè dopo 18 ore d'immersione, ha ripreso la fosforescenza coll'intensità primitiva. Un terzo fungo estratto da una boccia alle 3 dello stesso giorno, cioè dopo 24 ore di permanenza nell'ossido di carbonio, ha ripreso la fosforescenza dopo breve tempo, pure con la intensità primitiva. Un ultimo fungo estratto da una delle dette bocce il 28 ad ore 6 e $^1/_2$ ant., cioè dopo 39 ore e $^1/_2$ di permanenza nell'ossido di carbonio, dopo alcuni minuti ha ripreso la fosforescenza, però con intensità minore che da principio. Altri funghi raccolti di recente, posti entro bocce contenenti ossido di carbonio, la sera del 28 ad ore 7 pom., estratti il 30 ad ore 7 ant., cioè dopo 36 di permanenza in CO, ripresero pure la fosforescenza con discreta attività eccetto uno.

Il 3 del mese di novembre è stata preparata una certa quantità di ossidulo d'azoto (N_2O), mediante la decomposizione dell'azotato ammonico, e ne sono state riempite varie delle solite bocce di 450 cc. di capacità. In ciascuna di queste bocce è stato introdotto un fungo ben fosforescente ad ore 10 e 35 ant. dello stesso giorno. Tutti questi funghi perdettero affatto la fosforescenza dopo pochi minuti primi. Una di queste bocce fu aperta alle 4 e 35 pom. dello stesso giorno, e n'è stato estratto il fungo, che sollecitamente riprese la fosforescenza come avanti l'immersione. Altra boccia è stata

Digitized by Google

aperta la sera ad ore 6 e 35 pom., cioè dopo 12 ore d'immersione, ed i funghi che ne furono estratti hanno ripreso tutti la fosforescenza con l'intensità primitiva, se non maggiore. Una terza boccia è stata aperta alle 10 e 35 del giorno successivo (4), dopo cioè 24 ore di permanenza dei funghi nell'ossidulo d'azoto. Di questi alcuni ripresero debolmente la fosforescenza, altri assai intensamente, dopo però un lasso di tempo da 30′ ad 1 ora. Altri funghi estratti dopo 36 ore di permanenza nell'ossidulo, non ripresero la fosforescenza: è però da avvertire, che in altro esperimento fatto con funghi più recenti ed in condizioni migliori, la fosforescenza ha ripreso dopo 42 ore e $^1/_2$ di permanenza nell'ossidulo, nel breve tempo di circa $^1/_4$ d'ora dall'estrazione. A conferma quindi di quanto hanno dimostrato il Detmer (1) ed il Moeller (2), l'ossidulo d'azoto agisce come gaz asfissiante, incapace cioè di mantenere la respirazione, ma non come sostanza venefica per la pianta, ed il fungo non ha attitudine a scomporlo per appropriarsene l'ossigeno.

Debbo alla cortesia del prof. P. Tassinari l'aver potuto esperimentare pure l'azione dell'azoto, che difficilmente avrei potuto preparare allo stato di purezza nel mio gabinetto. Entro quattro bocce della solita capacità, ripiene d'azoto puro, furono posti alcuni funghi, raccolti di recente e ben fosforescenti, il 6 di novembre ad ore 2 pom.. Una di queste bocce fu aperta alle ore 8 pom. dello stesso giorno, e ne furono estratti i funghi dopo 6 ore di permanenza nell'azoto. Questi funghi hanno ripreso la loro fosforescenza dopo circa 5′, e si sono resi poco dopo fosforescenti come prima. Altra boccia è stata aperta alle 2 pom. del giorno successivo, e ne furono estratti i funghi dopo 24 ore di permanenza nell'azoto. La fosforescenza ha ripreso in questi funghi circa dopo $^1/_4$ d'ora, e successivamente si è ristabilita con l'intensità primitiva. Dalla terza e quarta boccia i funghi furono tolti dopo 42 ore e $^1/_2$ di permanenza, cioè alle 8 e $^1/_2$ ant. del dì 8, ed in questo caso cominciarono a riprendere la fosforescenza dopo circa 20′, e la riacquistarono con intensità minore della primitiva.

Resultati simili sono stati ottenuti pure con l'idrogeno. Questo gaz fu preparato per mezzo dello zinco e dell'acido cloridrico, e dopo averlo convenientemente lavato, ne furono riempite alcune delle solite bocce a tappo smerigliato. In queste bocce furono introdotti alcuni funghi ben fosforescenti, che ne furono successivamente estratti dopo 6, 12, 24 e 36 ore di permanenza nell'idrogeno. Questi funghi tutti ripresero la fosforescenza, come nel caso dell'azoto, perfino dopo 36 ore di permanenza nell'idrogeno.

I resultati ottenuti impiegando l'idrogeno solforato (H_2S) furono ben differenti da quelli sopra riportati. Alcune bocce della solita capacità furono ripiene di questo gaz, e vi furono introdotti al solito dei funghi ben fosforescenti. Tutti questi funghi in seguito all'immersione nell'idrogeno solforato, persero tutti la fosforescenza in pochi secondi. Tre di queste bocce furono aperte dopo 6 ore di permanenza dei funghi nel gaz. Tutti questi funghi non ripresero la fosforescenza, e successivamente presero un colore rosso scuro e deperirono. Altri funghi estratti da una quarta boccia dopo 24

(1) Detmer W., *Ueber die Einwirkung des Stickstoffoxydulgases auf Pflanzenzellen.* Sitzung. der Jenaischen Gesellsch. für Medicin etc. Sitz. 1 Juli 1881.

(2) Moeller H., *Das Verhalten der Pflanzen zu Stickoxydul.* Ber. der deut. bot. Gesell. Bd. II, 1884, p. 35-41.

Digitized by Google

ore di permanenza nel gaz, si contennero nello stesso modo. Aggiungerò inoltre come un fungo, che rimase per 12′ in H_2S, dopo esserne estratto riprese la fosforescenza dopo varî minuti e la conservò a lungo. Altro simile tenuto in H_2S per un' ora si contenne pure in modo simile, riprendendo la fosforescenza dopo qualche minuto con discreta intensità; un terzo però, tenuto immerso nell' H_2S per 2 ore e 20′, non riprese affatto la fosforescenza.

Gli esperimenti fatti con l'ossigeno concordano con quelli fatti dal Fabre. Un fungo ben fosforescente, introdotto in una boccia piena di O della capacità di circa 500 cc., ha continuato a risplendere per più di 36 ore, conservando la stessa intensità luminosa di altro fungo simile scelto come termine di confronto. Quindi sussiste realmente il fatto, che nell'ossigeno puro la fosforescenza del fungo dell'olivo non si ravviva, ma si continua come nell'aria; ciò che porta a concludere ch'essa dipenda più da condizioni inerenti al fungo stesso, che dalla pressione dell'ossigeno in cui esso trovasi immerso.

L'azione dell'alcool varia secondo ch'esso è impiegato allo stato liquido od allo stato di vapore. L'alcool assoluto o contenente poca acqua, fatto cadere sulle lamelle fosforescenti, non toglie istantaneamente la fosforescenza, ma l'estingue in pochi secondi. Una estinzione più sollecita ancora si ottiene immergendo un fungo nell'alcool. Sospendendo un fungo entro una bottiglia, che contenga nella parte inferiore dell'alcool anidro, in modo che il fungo si trovi immerso in un ambiente contenente in quantità vapore d'alcool, la fosforescenza si estingue in un tempo che può alquanto variare. Talora la luce si è in gran parte estinta nel corso di circa mezz'ora: spesso però si è conservata per più di un' ora. Se poi i funghi, che hanno perduto in tal modo la fosforescenza, si estraggono per riportarli in contatto dell'aria ordinaria, dopo varî minuti riprendono la fosforescenza.

Varie altre sostanze furono pure esperimentate sul fungo dell'olivo, e specialmente di quelle che agiscono come anestetici, cioè l'etere, la paraldeide, il cloruro di metilene, il cloroformio, il solfuro di carbonio, la benzina di petrolio. A tale scopo s'impiegavano cilindri di vetro della capacità di circa 590 cc., in fondo a ciascuno dei quali si poneva il liquido da esperimentarsi. e poco al di sopra il fungo sostenuto da un sostegno di reticella metallica; dopo di che si chiudeva il cilindro con tappo a smeriglio.

I resultati ottenuti con l'etere hanno alquanto variato, secondo lo stato di robustezza, tonicità ecc. dei funghi sottoposti all'esperimento. In una prima prova un fungo conservò la sua fosforescenza per un tempo assai lungo, e la perdette 1 ora e 38′ dopo l'immersione: dopo di che estratto dal cilindro la riprese con notevole intensità e la conservò a lungo. Però negli altri esperimenti la fosforescenza si è quasi estinta in circa 30′, ed il fungo estratto dall'etere l'ha riacquistata e conservata lungamente.

Non dissimile da quello dell'etere è stato il contegno della paraldeide. Un fungo ch'è stato esperimentato nel vapore di questo liquido, ha perduto la fosforescenza dopo circa 25′ quasi affatto, ma l'ha ripresa assai sollecitamente, dopo esser stato riportato in contatto della aria. In altro esperimento altro fungo ha perduto la fosforescenza in circa $^3/_4$ d'ora, e l'ha ripresa dopo qualche minuto, allorchè fu estratto dal cilindro e rimesso in contatto dell'aria. In tutti questi casi però, i funghi hanno

Digitized by Google

ripreso la loro fosforescenza, e l'hanno in seguito conservata per alcuni giorni, cioè senza che ne risultasse alcun indizio di aver sofferto deperimento, per causa della prova cui furono sottoposti.

Resultati ben differenti però si ottennero dagli altri liquidi sopra ricordati. Nel vapore di cloruro di metilene i funghi perdevano la fosforescenza nel breve tempo di 5′-10′. Nel vapore di cloroformio e di solfuro di carbonio bastavano 10′ minuti o poco più, perchè la fosforescenza si estinguesse affatto, o quasi affatto. Nella benzina di petrolio occorrevano circa 35′, perchè la fosforescenza si estinguesse. Però in tutti quanti i funghi, ch'erano stati immersi nei vapori dei detti liquidi, la fosforescenza più non si ripristinava, il fungo perdeva la sua tonicità e, dopo qualche tempo, dava segni non dubbî di deperimento e di morte.

Prima di procedere alla ricerca dello sviluppo di calore dovuto alla respirazione, ho creduto opportuno ricercare quale fosse la sua temperatura relativamente a quella dell'ambiente. In tale ricerca mi ha somministrato efficace aiuto l'egregio prof. Antonio Pacinotti, mettendo pure a mia disposizione una pila termoelettrica ed un galvanometro, mediante i quali furono successivamente esplorate la faccia dorsale ed imeniale di varî funghi. Il resultato di queste ricerche si fu, che la temperatura delle dette due facce si mostrò costantemente più bassa dell'ambiente. Alla temperatura dell'ambiente in cui furono fatte tali ricerche, ch'era di circa 14°C, la temperatura delle facce del ricettacolo si mostrava di circa 1° C inferiore a quella dell'ambiente.

Tali ricerche furono da me ripetute mediante termometri adattati a tal genere di studii. Due termometri divisi in decimi di grado ed esattamente comparabili, furono collocati in posizione verticale sopra un tavolino alla distanza di circa $0^m,40$, in modo che si trovassero in condizioni per quanto era possibile identiche relativamente alle radiazioni. Alcuni funghi, scelti fra i più fosforescenti, venivano collocati in contatto col bulbo di uno di essi, mentre l'altro serviva ad indicare la temperatura dello ambiente. Si ebbe cura altresì di esplorare la superficie dell'imenio e quella del cappello, e ciascuna osservazione fu fatta in doppio, esperimentando cioè il fungo ora coll'una ora coll'altro termometro, per potere eliminare le cause di errore, prendendo la media delle due osservazioni. Le temperature venivano lette da una certa distanza per mezzo di un canocchialino, onde evitare gli errori dovuti alle radiazioni della persona.

In tre successive ricerche effettuate sopra tre funghi differenti A, B, C si ebbero i seguenti risultati:

Fungo A.

	Temp. dell'aria	Temp. del fungo		Differenze
Ore 3 e 1/4 pom.	16°,9	Imenio	15°,8	1°,1
» » e 25′ »	16 ,6	»	15 ,9	0 ,7
» » e 33 »	16 ,7	Faccia sup.	15 ,9	0 ,8
» » e 40 »	16 ,6	»	15 ,8	0 ,8
Fungo B.				
» 3 e 45 »	16 ,6	Imenio	15 ,8	0 ,8
» » e 55 »	16 ,6	»	15 ,8	0 ,8
» 4 e 5 »	16 ,6	Faccia sup.	15 ,8	0 ,8
» » e 10 »	16 ,5	»	15 ,8	0 ,7

Digitized by Google

	Temp. dell'aria	Temp. del fungo		Differenze
	Fungo C.			
Ore 4 e 15 pom.	16 ,5	Imenio	15 ,7	0 ,8
» 4 e 20 »	16 ,4	»	15 ,6	0 ,8
» » e 25 »	16 ,4	Faccia sup.	15 ,6	0 ,8
» » e 30 »	16 ,4	»	15 ,6	0 ,8

Manifestamente i resultati ottenuti col termometro corrispondono a quelli ottenuti con la pila termoelettrica ed il galvanometro, e dimostrano cioè, come il fungo abbia una temperatura inferiore a quella dello ambiente di circa 0°,8, e ciò, come facilmente si comprende, in conseguenza della traspirazione, la quale rende latente il calore che si sviluppa nei tessuti del fungo per opera della respirazione.

Nello studio dello sviluppo di calore dovuto alla respirazione, il metodo che si suole suggerire, consiste nel porre intorno al bulbo di un termometro diviso in decimi di grado varî pezzi vivi dell'organo che si vuole esplorare, ed altri pezzi dello stesso organo, dopo averli però uccisi, attorno ad altro termometro simile al primo, e notare la differenza di temperatura fra i due termometri. Io non ho seguìto questo metodo per le difficoltà e cause d'errore che presenta. Ho quindi incominciato dallo ammucchiare parecchi funghi attorno al bulbo di un termometro, in modo da creare al bulbo stesso un ambiente, in cui l'aria difficilmente potesse rinnuovarsi, ciò che notevolmente diminuiva la traspirazione. In tali condizioni osservai che il termometro in contatto dei funghi, che da primo segnava soli 15°,8, poteva salire fino a 16°,4, cioè segnava 0°,6 di più, essendo la temperatura esterna di 16°,9. Un resultato poi migliore ottenni ponendo diversi funghi entro una boccia a larga apertura, la quale era chiusa con una lastra di metallo avente un piccolo foro che permetteva d'introdurvi il termometro: disposizione colla quale la traspirazione poteva ritenersi come quasi eliminata, pel fatto che i funghi trovavansi in un ambiente limitato che ben presto si saturava di vapore. In tali condizioni, impiegando i soliti termometri divisi in decimi di grado, dei quali uno col bulbo entro la boccia in contatto dei funghi, l'altro fuori nell'aria a soli 0^m,3 di distanza, ho potuto notare che il primo, l'interno, segnava 17°,3, mentre il secondo, l'esterno, segnava 16°,6: ciò che dimostrava come, eliminata la traspirazione, in quei funghi si avesse un reale sviluppo di calore capace di mantenere la temperatura al disopra di quella dell'ambiente di 0°,7. In altra ricerca effettuata sopra un solo ricettacolo, rinchiuso entro una boccia come sopra, la temperatura, in successive osservazioni fatte di quarto in quarto d'ora dalle 3 alle 4 pom., è risultata da 0°,9 a 1°,1 superiore a quella dell'ambiente. Essendomi però sorto in mente il dubbio, che nel modo di procedere sopra esposto, le condizioni in cui si trovavano i due termometri dessero luogo a qualche causa di errore, ho voluto ripetere queste ricerche in altro modo. Scelte due campane di vetro della capacità di circa 1 litro e $^1/_2$, eguali per quanto è stato possibile, e fornite ciascuna di una tubularura in alto, ho adottato nella tubulatura di ciascuna un termometro diviso in decimi di grado, in modo che il bulbo si trovasse nell'interno della campana e l'asta al di fuori. Ciascuna di queste campane veniva poi adattata sopra un piatto, in modo che il suo orlo smerigliato combaciasse con sufficiente esattezza col fondo del piatto sul quale stava capovolta. Queste campane venivano collocate l'una presso l'altra sopra un

Digitized by Google

tavolino, in tali condizioni che potessero ritenersi identiche relativamente alle radiazioni, e nell'una si collocava il fungo da esplorarsi bene in contatto col bulbo del termometro, mentre l'altra si lasciava vuota. Le indicazioni dei termometri erano al solito osservate da distanza per mezzo del canocchialino. Impiegando questo procedimento, resultò che il termometro ch'era a contatto del ricettacolo, oscillando la temperatura dell'ambiente fra 14° e 16°, segnava una temperatura da 0°,6 a 1°,1 superiore a quello della campana vuota. Nelle ricerche fatte esplorando ricettacoli fosforescenti, in confronto con altri non fosforescenti, non mi condussero ad avvertire alcuna differenza. Tentai pure di riscontrare se sussistesse una differenza di temperatura fra la faccia imeniale e la dorsale di un fungo ben fosforescente, ponendo in contatto delle due facce termometri divisi in decimo di grado, operando sempre in ambiente saturo di vapor d'acqua, ma non ho potuto avvertire per ora una differenza veramente attendibile. In una di queste ricerche avrei riscontrato talora una differenza di 0°,1 ed anche un po' più a vantaggio della faccia imeniale, ma questa differenza può dipendere dal fatto che il bulbo del termometro per questa faccia, restava nascosto fra le lamelle ed al riparo dalla radiazione, mentre per l'altra il bulbo restava in parte scoperto, e non sufficientemente protetto dalla radiazione. Ho tentato pure, mediante l'apparecchio sopra descritto, alcuni funghi non fosforescenti, per riconoscere se in questi si potesse constatare una temperatura inferiore a quella dei fosforescenti, ma fin ad ora non m'è stato possibile riscontrare una differenza apprezzabile. Forse si potrebbe ottenere qualche buon resultato impiegando una coppia termoelettrica ed un buon galvanometro, ma per ora non ho potuto avere a mia disposizione apparecchi di tal fatta. Avrei altresì desiderato di perfezionare il metodo descritto, che certamente non va esente da cause d'errore, ma la mancanza di funghi a cagione della stagione omai troppo inoltrata, mi ha costretto a sospendere le mie ricerche.

Passando adesso a trattare delle cause della fosforescenza, osserverò anzitutto come le cognizioni, che attualmente si posseggono sulla funzione fotogenica negli animali, in realtà non sono più avanzate di quelle che sopra tale funzione si hanno pei vegetali.

Humfry Davy e Treviranus attribuirono la luminosità degl'insetti fosforescenti ad una sostanza contenente fosforo, mentre il Becquerel la fece dipendere da una serie di scariche elettriche. Il Jousset de Bellesme (1) considererebbe la fosforescenza come una proprietà del protoplasma dovuta allo sviluppo d'idrogeno fosforato. Più recentemente il sig. R. Dubois, nei suoi studî sugli Elateridi, Miriapodi, Ctenofori e Calicoforidi (1), che con mio rammarico non ho potuto consultare che in estratti, riterrebbe la fosforescenza collegata alla disintegrazione fisiologica, patologica e necrobiotica, e le cellule degli organi fosforescenti subirebbero una degenerazione granulosa, in granulazioni dotate di proprietà speciali ch'egli chiama vacuolidi. Egli ammetterebbe poi che la

(1) Jousset de Bellesme, *Recherches expérimentales sur la phosphorescence du Lampyre* in Compt. rend. de l'Acad des sc. 16 févr. 1880, p. 318.

(2) Dubois R. *Les élatérides lumineux. Contribution à l'étude de la production de la lumière par les êtres vivants.* Thèse de la Faculté des sc. de Paris, Revue scient. 6e année, 2e sem. 1886, p. 340; *Les myriapodes lumineux*, l. c., 1e sem. 1887, p. 59; *La mer phosphorescente et les animaux lumineux*, l. c., p. 603; *Recherches sur la fonction fotogénique*, l. c., p. 731.

Digitized by Google

sostanza fotogenica fosse un albuminoide solubile e coagulabile pel calore, il quale entrerebbe in conflitto con altre sostanze del gruppo della diastasi, in modo che una parte dell'energia messa in libertà da questa reazione si svilupperebbe in forma di luce.

Il Fabre, com'è ben noto, ha dimostrato che allorquando l'Agarico dell'olivo è fosforescente, produce una quantità di acido carbonico maggiore che allorquando è oscuro. Un grammo di fungo luminoso espirava 1,53 cc. di anidride carbonica di più che lo stesso peso di fungo oscuro. In altro esperimento ha osservato che un dato peso di agarico oscuro ha esalato sensibilmente la stessa quantità di anidride carbonica, di un ugual peso di agarico fosforescente, nel quale la fosforescenza era impedita dal raffreddamento. Egli ha quindi concluso che l'ossidazione e l'emissione di luce sono simultanee, e che la seconda riconosce per causa la prima, od in altri termini la fosforescenza è l'effetto del lavoro respiratorio dell'agarico. Egli ammette non sussistere una linea di limitazione fra il calore e la luce, e ritiene che la fosforescenza del fungo non sia che uno stato particolare del calore: quindi, secondo il suo modo di vedere, sarebbe una parte del calore che si sviluppa nella funzione di respirazione, che si manifesterebbe in forma di luce.

Come già asserii nella mia prima comunicazione, a me pare che in seguito ai resultati sin qui ottenuti, non possa dubitarsi che la fosforescenza del nostro fungo abbia per causa la respirazione. Resterebbe, però, a sapersi se nella respirazione la combustione stessa del carbonio, o la sua combinazione con l'ossigeno, direttamente produce ondulazioni calorifiche e luminose, o se l'energia che si sviluppa da tale combinazione risvegli ondulazioni luminose in qualche composto di neogenesi o preesistente, oppure se la luminosità si debba a qualche ossidazione secondaria strettamente collegata con la funzione di respirazione. Che sieno gli atomi stessi del carbonio che combinandosi con l'ossigeno determinano la fosforescenza, non mi pare ipotesi molto probabile, per la ragione che in moltissimi altri casi, nei quali la respirazione si compie con energia non di rado maggiore, come nei semi germoglianti e negli spadici di molte Aracee, e pure in molti altri funghi, non è stato mai avvertito sviluppo di luce. Più ragionevole certamente è l'ammettere, che l'energia sviluppata dagli atomi del carbonio e dell'ossigeno nell'atto della combinazione, risvegli vibrazioni nelle particelle di qualche composto, che forse si forma in seguito alla combinazione stessa od anche preesistente. Potrebbe anche darsi che la desintegrazione di qualche sostanza albuminoide, determinata dalla funzione di respirazione, desse luogo a qualche composto contenente fosforo, che pure ossidandosi producesse il fenomeno della fosforescenza. Ciò resulterebbe appoggiato dal fatto, che le analisi ultimamente istituite dal prof. P. Tassinari sull'agarico dell'olivo, hanno mostrato contenersi nelle sue ceneri una quantità notevole di fosfati. Interesserebbe quindi d'instituire accurate ricerche sulla composizione dell'agarico dell'olivao, onde conoscere i principî elementari ed immediati che lo costituiscono, come pure i prodotti che si formano nella sua respirazione, tanto nel periodo della fosforescenza, come in quello in cui questa più non si manifesta.

Le ricerche istituite sulla composizione della luce del *Pleurotus olearius*, non mi hanno condotto ad alcun buon resultato. Varî funghi furono posti alla prova mediante uno spettroscopio favoritomi dal prof. P. Tassinari, ma non riuscì ottenere decomposizione apprezzabile di luce, a cagione della debolezza di questa, che appariva

Digitized by Google

solo come un leggero chiarore, allorquando però la fenditura dello spettroscopio era straordinariamente dilatata. Sarebbe certamente convenuto di tentare il concentramento della luce di diversi ricettacoli scelti fra i più luminosi, ma mi sono mancati tempo e mezzi per costrurre un apparecchio a ciò adattato.

Resta adesso a ricercare quale possa essere il significato della funzione fotogenica nel *Pleurotus olearius*. Già il prof. Borzì nella seduta tenuta dalla Società botanica italiana il 14 ottobre u. s. (1888) accennò all'idea, che la fosforescenza del nostro fungo possa costituire un richiamo per gl'insetti che debbono cooperare alla disseminazione delle spore. Tale opinione, che ben volentieri accetto, ha in appoggio argomenti assai validi. Se infatti la fosforescenza nel regno animale, almeno per certe specie, è una funzione in servizio della riproduzione, non ripugna l'ammettere che un ufficio simile possa avere nel regno vegetale: e se in varî insetti serve a favorire l'incontro dei due sessi, non è improbabile che nelle piante possa servire ad agevolare la disseminazione delle spore. Trattandosi poi di un fungo, che come il *Pleurotus olearius* vive sulle radici e sulle ceppaie dell'olivo, spesso nelle spaccature e nelle cavità che si trovano alla base dei tronchi, in condizioni tali da non poter esser così facilmente veduto, non è improbabile che, come il color giallo croceo giova ad accusarne la presenza di giorno, la fosforescenza serva a farlo facilmente riconoscere di notte; tanto più che le insenature e cavità, ove esso si annida, sono anche difficilmente investite dai movimenti dell'aria, che potrebbero pure, come in molti altri funghi, giovare alla disseminazione delle spore. Nè tutto ciò avrà valore soltanto pel *Pleurotus olearius*, ma in generale pure per gli altri funghi fosforescenti, quali l'*Agaricus noctilucens*, l'*A. Gartneri*, il *Polyporus citrinus*, l'*Auricularia phosphorica*, la *Xylaria polymorpha*, e le Batteriacee fosforescenti: imperocchè non ripugna l'ammettere, che per le Rizomorfe la luminosità possa servire a guidare speciali insetti ai ricettacoli che sovra esse si producono, e per le Batteriacee pure possa giovare a farle più facilmente avvertire nell'ambiente in cui si trovano. Certamente per adesso si tratta solo di un'ipotesi che ha bisogno di essere confermata da studî più diligenti ed accurati, e da più accurate osservazioni, per essere inalzate al grado di teoria, ma di un ipotesi che, come appoggiata a buoni argomenti, non manca di un certo valore. Che poi nel ricettacolo del *Pleurotus olearius* vengano depositate uova d'insetti in gran numero, si rileva dalla straordinaria quantità di larve che si sviluppano nei suoi ricettacoli: però fino ad ora non mi è stato possibile assistere alle mute di queste larve, nè studiare gl'insetti cui appartengono, onde nulla di positivo posso per ora asserire sopra tale argomento.

Conclusioni.

Da tutto quanto è stato superiormente esposto ritengo pertanto di poter trarre le seguenti conclusioni.

La fosforescenza del *Pleurotus olearius*, come già dimostrò il Tulasne, non si limita alle lamelle del ricettacolo ma vi partecipano pure le altre parti, quali sono lo stipite, la pagina superiore del cappello ed il tessuto interno. La fosforescenza che ho potuto riscontrare nelle altre parti, talora era uguale a quelle delle lamelle,

Digitized by Google

spesso però assai minore, tanto da non potersi così facilmente avvertire. Lo strato imeniale era la parte più luminosa. Le spore mature non erano fosforescenti.

Luce assai viva si emana anche dai funghi molto giovani: la fosforescenza però si mostra maggiore, allorquando il fungo ha raggiunto un grado assai elevato di sviluppo, si continua fino a che il fungo ha completamente svolto il suo cappello, ma successivamente decresce e cessa col suo deperimento più o meno lentamente. In alcuni funghi raccolti il 16 ottobre, la fosforescenza si mantenne per circa 2 o 3 giorni, dopo dei quali andò gradatamente decrescendo, fino al 22 dello stesso mese. Il massimo d'intensità luminosa si mostrò in alcuni funghi ch'erano nel pieno dell'energia vegetativa, col margine del cappello tuttora involuto. La luce di uno di questi funghi era percettibile nella oscurità della notte alla distanza di 11^m, ed essa poteva servire a leggere le ore di un orologio, aiutandosi però con una lente biconvessa. I frammenti del fungo possono conservare a lungo la fosforescenza, ma la perdono se schiacciati o compressi fortemente.

La fosforescenza non è dipendente da precedente insolazione, come quelle di molti minerali sottoposti alla radiazione solare. Tutti gli esemplari da me esaminati si sono mostrati luminosi, tanto se esposti alla luce solare per qualche tempo, come pure se conservati nell'oscurità.

L'opinione di Delile, che il fungo sia luminoso solo di notte, non può accettarsi, perchè in realtà esso è fosforescente tanto di giorno che di notte. Per osservare la fosforescenza di giorno, occorre collocarsi allo scuro, e rimanervi il tempo necessario, onde la retina riacquisti la sua sensibilità. Questo tempo può variare all'incirca da 3′ a 10′.

Nessun organismo estraneo al fungo, sia epifita come parasita, può ritenersi essere la causa della fosforescenza, essendochè nei funghi in piena fosforescenza non fu possibile riscontrare nessun organismo di tal fatta, ne alcuna batteriacea. La fosforescenza anzi si mostra intieramente connessa al ciclo di evoluzione del fungo, ed è quindi da considerarsi come dipendente da qualche funzione fisiologica del fungo stesso.

Il calore, come già dimostrò il Fabre, quando si oltrepassino certi limiti, modifica la fosforescenza, e può anche annullarla. Alcuni funghi raffreddati a 0° hanno perduto la fosforescenza nel tempo da $^1/_2$ ad 1 ora, riportati poi a $+14°$ C. dopo la permanenza di 5 ore a 0°, hanno ripreso la fosforescenza con l'intensità primitiva. In altri funghi raffreddati a 0° e lentamente riscaldati, la fosforescenza ho ricominciato a ricomparire da circa $+3°$ a 4°, ed ha raggiunto il suo massimo da $+8°$ a 10°. L'immersione nell'acqua a $+40°$ faceva sparire sollecitamente la fosforescenza, però questa si ristabiliva appena estratto il fungo dall'acqua e si conservava a lungo. Nell'acqua riscaldata a $+50°$ la fosforescenza si estingueva sollecitamente: però dopo l'estrazione dall'acqua più non si ristabiliva. Nel riscaldamento a secco la resistenza mostrasi alquanto maggiore.

L'immersione nell'acqua alla temperatura ordinaria (14° C.), da primo non altera la fosforescenza, ma questa col tempo via via s'indebolisce e finalmente si estingue. Il tempo necessario per l'estinzione varia secondo la quantità dell'acqua ed altre circostanze. In circa 340 cc. di acqua contenuta in un cilindro di $0^m,05$ di diametro, l'estinzione completa è avvenuta in circa 6-10 ore. Se, dopo che il fungo ha soggiornato

Digitized by Google

per qualche tempo nell'acqua, lo si estragga da questa, esso riacquista la fosforescenza con maggiore energia che da prima, ed in pochi secondi. Nell'acqua deaerata per mezzo dell'ebollizione, la fosforescenza si estingue in un tempo molto più breve. Se il fungo non trascinò seco molta aria nella immersione, 9-10 minuti possono bastare. Nei funghi poi che hanno subìto un parziale prosciugamento, l'acqua riattiva la fosforescenza.

Immergendo il fungo dell'olivo in anidride carbonica (CO_2), ossido di carbonio (CO), ossidulo d'azoto (N_2O), idrogeno (H_2) ed azoto (N_2), la fosforescenza si estingue sollecitamente. Se il fungo viene estratto dal gaz dopo un tempo assai breve, la fosforescenza si ristabilisce con maggiore energia che da prima. Se poi il fungo è rimasto per un tempo assai lungo immerso in un dei detti gaz, la fosforescenza può ristabilirsi con intensità minore alla primitiva, od anche non ricomparire. Nei miei esperimenti i funghi hanno ripreso la fosforescenza con intensità notevole dopo 6, 12 e 24 ore, e con intensità minore dopo 36 ore di permanenza in uno dei detti gaz.

Nell'ossigeno puro la fosforescenza dell'agarico dell'olivo non acquista intensità maggiore, ma si conserva come nell'aria. Un fungo collocato in un recipiente chiuso, contenente 500 cc. di ossigeno, ha conservato la sua fosforescenza per più di 36 ore, alla pari di altro fungo lasciato in contatto dell'aria come termine di confronto.

Un fungo tenuto in idrogeno solforato (H_2S) per soli 12′, in contatto dell'aria riprende la fosforescenza, e lo stesso avviene se la permanenza del gaz si prolunga fino ad 1 ora. Se però si tenga il fungo in detto gaz per più di 2 ore, la fosforescenza non si stabilisce più in contatto dell'aria.

L'alcool allo stato liquido estingue in brevissimo tempo la fosforescenza, allo stato di vapore la estingue in un tempo più o meno lungo, agendo come anestetico. Come anestetici agiscono pure l'etere e la paraldeide. Il cloruro di metilene, il cloroformio, il solfuro di carbonio e la benzina di petrolio agirebbero invece come sostanze venefiche, non permettendo alla fosforescenza di ristabilirsi.

L'agarico dell'olivo in conseguenza della funzione di respirazione produce una elevazione di temperatura apprezzabile col termometro. Se le ricerche si effettuano sul fungo nelle condizioni ordinarie, mediante un termometro diviso in decimi di grado, o mediante una pila termoelettrica ed un galvanometro, il resultato è che il fungo possiede una temperatura inferiore a quella dell'ambiente, e ciò per effetto della traspirazione che rende latente il calore sviluppato nei tessuti del fungo. Ma se si elimina per quanto é possibile la funzione di traspirazione, cimentando il fungo collocato in ambiente chiuso, facilmente si rileva che il fungo ha una temperatura da 0°,7 ad 1°,1 superiore a quella dell'ambiente, allorchè questo è di circa $+14°$ C.

La fosforescenza dell'agarico dell'olivo ha per casa una ossidazione. Essa deriva dalla funzione di respirazione, che forse compiendosi con maggiore energia, o dà luogo direttamente a radiazioni luminose oltre le calorifiche nella combinazione del C con l'O, o sviluppa ondulazioni luminose in qualche sostanza preesistente o di nuova formazione, o determinando la scomposizione di qualche sostanza albuminoide, induce la formazione di qualche composto capace di emettere radiazioni luminose, sia per l'energia che gli venne comunicata, sia perchè esso stesso capace di subire una combustione secondaria in contatto dell'ossigeno. Il fatto che le ceneri dell'agarico dell'olivo

Digitized by Google

contengono fosfati in quantità, verrebbe in appoggio della supposizione che questo composto contenga del fosforo: per risolvere però tale questione si rendono necessarî altri e più accurati studî sulla composizione dell'agarico dell'olivo e sui prodotti della sua fosforescenza.

La funzione fotogenica nell'agarico dell'olivo, come pure negli altri funghi fosforescenti, probabilmente ha per ufficio di favorire la disseminazione, richiamando ai ricettacoli del fungo gli animali, i quali inconsapevolmente cooperano al trasporto delle spore.

Dal Gabinetto botanico della R. Università di Pisa, 15 maggio 1889.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google